

INDIUM PHOSPHOROUS HIGH ELECTRON MOBILITY TRANSISTOR

Patent Number: JP9246528
Publication date: 1997-09-19
Inventor(s): TSUCHIYA TADAITSU; WAJIMA MINEO
Applicant(s): HITACHI CABLE LTD
Requested Patent: ☐ JP9246528
Application Number: JP19960052069 19960308
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L29/778; H01L21/338; H01L29/812
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an InP HEMT (high electron mobility transistor) abundant in practicality, where gate breakdown strength is improved.
SOLUTION: In an InP HEMT where the carrier supply layer 5 is made of n-type InAlAs and the channel layer 3 is made of InGaAs, a carrier inflow trap layer 5c constituted of material narrower in forbidden band width than the carrier supply layer constituent material is provided in the carrier supply layer 5. This carrier inflow trap layer 5c is constituted of InAlGaAs or InAlAs. To be concrete, in case that, for example, the carrier supply layer 5 is constituted of n-In_{0.52}Al_{0.48}As, and the carrier inflow trap layer 5c is constituted of n-In_{0.52}(Al_{0.3}Ga_{0.7})_{0.48}As or n-In_{0.72}Al_{0.28}As, whereby the forbidden band width in the carrier inflow trap layer 5c is set narrower than the upper and lower layers 5a and 5b of the carrier supply layer 5. As a result of this composite structure, the inflow of the positive holes to the gate electrode from among the semiconductor, which is regarded as one cause of the deterioration of the gate breakdown strength, is checked, and the gate breakdown strength is improved.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-246528

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int. Cl. ⁴	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 29/778		9447-4M	H 0 1 L 29/80	H
21/338				
29/812				

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-52069

(22) 出願日 平成8年(1996)3月8日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 土屋 忠敏

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(72) 発明者 和島 峰生

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

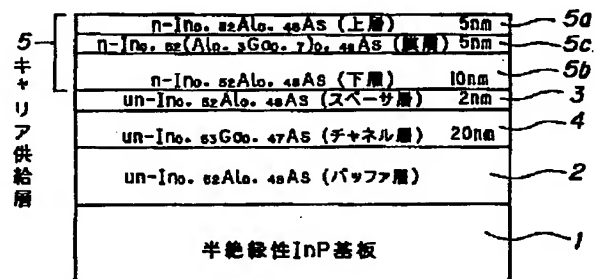
(74) 代理人 弁理士 平田 忠雄

(54) 【発明の名称】 インジウム・リン系高電子移動度トランジスタ

(57) 【要約】

【課題】従来のInP系HEMTはゲート耐圧が低く、この点を原因とした実用上の制約があった。

【解決手段】n型InAlAsをキャリア供給層5とし、InGaAsをチャネル層3とするInP系HEMTにおいて、キャリア供給層5の中に、キャリア供給層構成材よりも禁制帯幅の狭い材料から構成されたキャリア流入トラップ層5cを設ける。このキャリア流入トラップ層5cは、InAlGaAsまたはInAlAsによって構成される。具体的には、例えば、キャリア供給層5がn-In_{0.52}Al_{0.48}Asにより構成される場合には、n-In_{0.52}(Al_{0.3}Ga_{0.7})_{0.48}Asあるいはn-In_{0.72}Al_{0.28}Asによってキャリア流入トラップ層5cを構成し、これによりキャリア流入トラップ層5cにおける禁制帯幅をキャリア供給層5の上下層5a、5bよりも狭く設定する。この複合構造の結果、ゲート耐圧悪化の一要因とされる半導体中からゲート電極に対しての正孔の流入が阻止され、ゲート耐圧が改善される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型インジウム・アルミニウム・砒素をキャリア供給層とし、インジウム・ガリウム・砒素をチャネル層とする高電子移動度トランジスタにおいて、前記キャリア供給層の中に、当該キャリア供給層を構成するインジウム・アルミニウム・砒素よりも禁制帯幅の狭い禁制帯幅を有するキャリア流入トラップ層を設けたことを特徴とするインジウム・リン系高電子移動度トランジスタ。

【請求項2】 前記キャリア流入トラップ層は、インジウム・アルミニウム・ガリウム・砒素から構成されたことを特徴とする請求項第1項記載のインジウム・リン系高電子移動度トランジスタ。

【請求項3】 前記キャリア流入トラップ層は、インジウム・アルミニウム・砒素から構成されたことを特徴とする請求項第1項記載のインジウム・リン系高電子移動度トランジスタ。

【請求項4】 前記キャリア流入トラップ層が、前記キャリア供給層を構成するインジウム・アルミニウム・砒素よりもインジウム・砒素組成比の大きなインジウム・アルミニウム・砒素によって構成されたことを特徴とする請求項第1項記載のインジウム・リン系高電子移動度トランジスタ。

【請求項5】 前記キャリア流入トラップ層が、格子が緩和せず且つスードモフィック状態にあるインジウム・アルミニウム・砒素によって構成されたことを特徴とする請求項第2項記載のインジウム・リン系高電子移動度トランジスタ。

【請求項6】 前記キャリア流入トラップ層が、格子が緩和せず且つスードモフィック状態にあるインジウム・アルミニウム・ガリウム・砒素によって構成されたことを特徴とする請求項第1項記載のインジウム・リン系高電子移動度トランジスタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高電子移動度トランジスタ（HEMT）に関し、特に、インジウム・リン（InP）系HEMTに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のInP系HEMTとして、例えば、特開平6-140435号公報に示されるものがある。

【0003】 図5はこのInP系HEMTを示し、半絶縁性のInP基板1の上に、インジウム・アルミニウム・砒素（InAlAs）から成るバッファ層2と、インジウム・ガリウム・砒素（InGaAs）から成るチャネル層3と、InAlAsから成るスペーサ層4と、InAlAsから成るキャリア供給層5とを順次形成して構成されているもので、一般にキャリア供給層5としては、InAs組成比52%のn型InAlAsが、そし

てチャネル層3としては、InAs組成比53%のn型InGaAsが使用される。

【0004】 このHEMTは、高い電子移動度と少ない電子散乱性などの特質により、優れたトランジスタとして知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来のこのHEMTによると、その優れた電子特性の反面、ゲート耐圧が低いという性能上の問題を有している。

【0006】 従って、本発明の目的は、ゲート耐圧が改良された、実用性に富むInP系HEMTを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記の目的を達成するため、n型InAlAsをキャリア供給層とし、InGaAsをチャネル層とするHEMTにおいて、前記キャリア供給層の中に、当該キャリア供給層を構成するInAlAsよりも禁制帯幅の狭いInAlGaAsまたはInAlAsから構成されるキャリア流入トラップ層を設けたことを特徴とするInP系HEMTを提供するものである。

【0008】 本発明がキャリア供給層の中に上記したキャリア流入トラップ層を設ける理由は、HEMTのゲート耐圧を悪化させる要因のひとつに、半導体からゲート電極への少数キャリア（この場合は正孔）の流入が挙げられることによるもので、この正孔の流入を阻止するため、上記特定のキャリア流入トラップ層を設けるものである。

【0009】 キャリア流入トラップ層は、キャリア供給層を構成するインジウム・アルミニウム・砒素よりも禁制帯幅を狭くしてキャリア供給層の中に形成する。具体的にはInAlGaAsまたはInAlAsがキャリア流入トラップ層形成のための好適な材料として使用される。

【0010】 キャリア供給層を構成するInAlAsは、基板のInPよりも格子定数の小さなAlAsと、格子定数の大きなInAsとの混晶であり、そして通常は格子定数がInPとは一致するInAs組成比52%のものが使用されるが、このようなキャリア供給層の中に、当該キャリア供給層よりも禁制帯幅の狭いキャリア流入トラップ層を形成するため、Alの代わりにGaを混ぜる方法と、InAs組成比を増す方法とが挙げられる。

【0011】 前者の場合には、AlとGaの原子半径が近いために、InAs組成比を同じ水準に維持したまま、でAlとGaとを置換しても、格子定数はほとんど変わらず、従ってキャリア流入トラップ層中に格子歪みを発生させずに、禁制帯幅を狭くすることが可能となる。

【0012】 これに対して後者の場合には、禁制帯幅を狭くできる反面、格子定数が大きいためにキャリア流入

トラップ層中に格子歪みが導入されるようになるが、キャリア流入トラップ層の厚さを上記歪みが緩和し始める臨界膜厚以下（スード・モフィック状態）に設定することで解決することが可能である。

【0013】InAlGaAs膜層をスードモフィック状態に設定することは、当然の実施形態である。

【0014】キャリア供給層を構成するInAlAsとしては、キャリア供給層内での歪み発生を防止し、成長条件を有利にする意味から、InAs組成比52%のものを使用することが望ましいが、本発明においては勿論、これ以外のInAs組成比の使用を否定するものではない。

【0015】また、本発明を実際に応用する場合、バッファ層としてはInAlAsが多く使用されるが、BeドープIn_{0.52}Al_{0.48}AsやFeドープInP等を使用することは考えられる。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施の形態におけるHEMTエビタキシャルウエハの積層構造を示したもので、1は半絶縁性InP基板、2はInAs組成比52%のun（アンドープ）型InAlAsから成るバッファ層、3はInAs組成比53%のun型InGaAsから成る厚さ20nmのチャネル層、4はInAs組成比52%のun型InAlAsから成る2nm厚のスペーサ層、5はn型InAlAsキャリア供給層である。

【0017】キャリア供給層5は3層から成り、InAs組成比52%のn型InAlAsから成るそれぞれ厚さ5nmと10nmの上層5a、下層5bを上下に配し、更にこれらの間に5nm厚のキャリア流入トラップ層5cを配して構成されている。

【0018】キャリア流入トラップ層5cは、キャリア供給層5の上下層5a、5bを構成するInAlAsよりも禁制帯幅の狭いInAlGaAsから成り、InAs組成比52%、AlGaAs組成比48%（但し、Al:Ga=0.3:0.7）のn型InAlGaAsによって構成されている。

【0019】図2は、本発明の第2の実施の形態を示したもので、キャリア供給層5a、5bを構成するInAlAs（InAs組成比52%）よりも、高InAs組成比（InAs組成比72%）のn型InAlAsによってキャリア流入トラップ層5cを構成している点で、図1とは異なる。

【0020】図3は、これら第1及び第2の実施の形態との対比のために引用された従来のInP系HEMTエビタキシャルウエハの積層構造であり、第1及び第2の実施の形態のようにキャリア供給層5の中にキャリア流入トラップ層5cを介在させていない点を除けば、層1～5の構成材も、厚さも、実施例1、2の場合と同じである。

【0021】図4は、これらエビタキシャルウエハから構成した第1及び第2の実施の形態におけるHEMTデバイス断面を示したもので、図中6はn型InGaAsにより構成されたコンタクト層、7はソース電極、8はゲート電極、そして9はドレイン電極を示す。

【0022】表1は、実施の形態および従来例を対象に実施したゲート耐圧試験結果をまとめたものである。

【0023】

【表1】

	第1の実施の形態	第2の実施の形態	従来例
ゲート耐圧(V)	12.2	13.1	2.3

【0024】実施の形態および従来例におけるエビタキシャル成長は、有機金属気相成長法によって行われ、その場合のキャリアガスとしては水素を使用し、原料としてはトリメチルガリウム、トリエチルガリウム、トリメチルインジウム、アルシン、フォスフィン、ジシランを使用した。

【0025】成長は、成長圧力約0.1気圧、成長温度650℃の条件のもとで行われ、そのときの面方位は（100）で最近接〔110〕方向に2度傾けたものとした。

【0026】

【発明の効果】以上説明した本発明によれば、表1の特性対比からも明らかなように、従来のものが低水準のゲート耐圧しか示していないのに対し、格段に高いゲート耐圧を備えていることが認められるが、このことは本発明がInP系HEMTの実用性を高めるうえにおいて、大きく貢献できることを意味するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態におけるInP系HEMTエビタキシャルウエハの積層構造図。

【図2】本発明の第2の実施の形態におけるInP系HEMTエビタキシャルウエハの積層構造図。

【図3】本発明との対比のために引用された従来のInP系HEMTにおけるエビタキシャルウエハ積層構造図。

【図4】本発明の実施の形態における積層構造から構成されたInP系HEMTデバイス断面図。

【図5】従来のInP系HEMTを説明するための説明図。

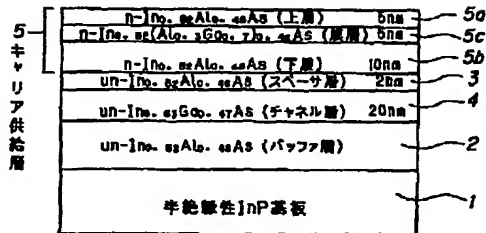
【符号の説明】

- 1 半絶縁性InP基板
- 2 バッファ層
- 3 チャネル層
- 4 スペーサ層
- 5 キャリア供給層

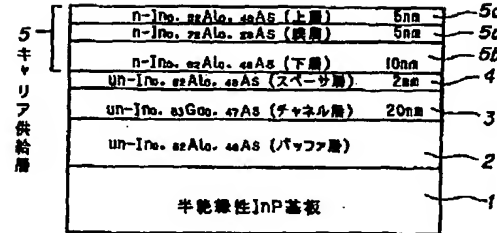
- 5a 上層
5b 下層
5c キャリア流入トラップ層
6 コンタクト層

- 7 ソース電極
8 ゲート電極
9 ドレイン電極

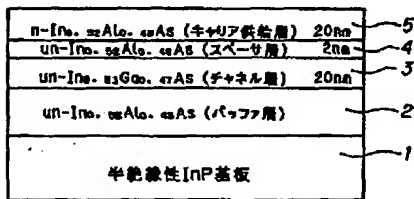
【図1】



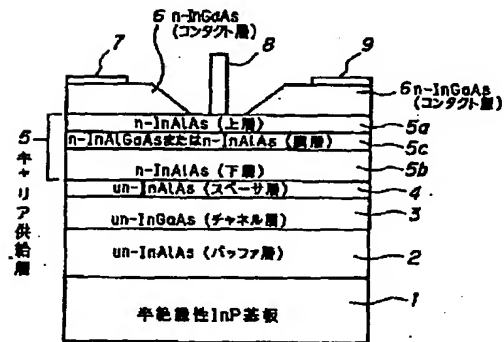
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

